

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÝCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS

ADAPTÍVNE ZRÝCHĽOVANIE VIDEOA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ERIK ANTAL

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÝCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS

ADAPTIVNÍ ZRYCHLOVÁNÍ VIDEO

ADAPTIVE VIDEO ACCELERATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ERIK ANTAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. MICHAL HRADIŠ

BRNO 2009

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá myšlenkou adaptivního zrychlování videa. Cílem bylo navrhnout a aplikovat model adaptivního zrychlování videa s ohledem na schopnost lidského vnímání. Bakalářská práce popisuje způsob využití nedokonalosti oka při adaptivním zrychlování videa, jak byli získána data, které jsou použity při vyhodnocování, a jakým způsobem je použita metoda vyhodnocení. Taktéž se tu dočteme o implementaci modelu adaptivního zrychlování, implementaci vyhodnovacího rozhraní, a též o fyziologických vlastnostech lidského oka.

Abstract

This bachelor's thesis deals with the idea of adaptive video acceleration. The goal of it was to design and apply a model of adaptive video acceleration with regard to the ability of human perception. Bachelor's thesis describes the use of imperfections of the eye during adaptive video acceleration, how were data collected, which are used in the evaluation component, and how is used method of assessment. Also we can read here about the implementation of adaptive acceleration model, the implementation of the evaluation, and also on the physiological properties of the human eye.

Klíčová slova

Video, adaptivní zrychlování, lidské vnímání, oko, openCV.

Keywords

Video, adaptive acceleration, human perception, eye, openCV.

Citace

Antal Erik: Adaptívne zrýchľovanie videa, bakalárska práca, Brno, FIT VUT v Brně, 2009

Adaptívne zrýchľovanie videa

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením ing. Michala Hradiša. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

.....
Erik Antal
27.05.2009

Pod'akovanie

Moje pod'akovanie patrí vedúcemu bakalárskej práce Ing. Michalovi Hradišovi, za jeho neoceniteľné rady a odbornú pomoc pri tvorbe tejto bakalárskej práce.

© Erik Antal, 2009.

Táto práca vznikla ako školské dielo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práca je chránená autorským zákonom a jej použitie bez udelenia oprávnenia autorom je nezákonné, s výnimkou zákonom definovaných prípadov.

Obsah

Obsah.....	1
1 Úvod.....	2
2 Ľudské vnímanie.....	4
2.1 Oko	4
2.2 Fyziológia videnia	7
3 Metódy zrýchľovania videa	10
3.1 Použitá metóda.....	14
3.2 Vlastné rozšírenie použitej metódy.....	15
4 Implementácia.....	19
4.1 Webová vyhodnocovacia aplikácia	19
5 Vyhodnotenie	25
6 Záver	30
7 Prílohy.....	34

1 Úvod

Ústrednou témou tejto bakalárskej práce je video a jeho urýchlenie. Úlohou bolo navrhnúť metódu pre adaptívne zrýchľovanie prehrávania videa, s ohľadom na schopnosť ľudského vnímania. Potom túto metódu aplikovať a previesť experimenty nad vhodne zvolenými dátami. Pomocou zvolenej metódy získané výsledky vyhodnotiť a diskutovať o možnosti budúceho vývoja.

Hlavnou myšlienkou adaptívneho zrýchlenia, je urýchliť nepodstatné časti videa a tie momenty, kde sa opakuje ten istý obrázok stále dookola a informácia, ktorá v ňom bola obsiahnutá je už známa, alebo zmena informácie medzi obrázkami je minimálna. Táto technika urýchlenia sa v dnešnej dobe využíva stále viac a viac, a môžeme ju nájsť ako samostatnú a hlavnú funkciu zariadenia napr. pri úprave nahratého videa z bezpečnostných kamier (Obr. 1.1), prípadne zo statických kamier, ktoré ľudia umiestňujú do prírody, aby zaznamenali určitý okamžik, a popritom zvyšok videa je nepodstatný a zbytočný pre ich prácu. Ďalšou možnosťou je, že adaptívne zrýchľovanie sa využíva ako pomocná funkcia pri prehľadávaní videa. V prípadoch ako sú rodinné nahrávky, eventuálne športové stretnutia, sa požaduje, aby video ostalo neupravené, a len okamžité pocity a potreby daného človeka, nám v rámci možností použitého programu vykreslia alebo prehrávajú požadovanú vec, dej alebo moment. Od roku 2001 sa každoročne konajú TREC konferencie pod záštitou NIST (National Institute of Standards and Technology), v tejto dobe je známejšie pomenovanie TRECVID, aby predniesli najnovšie možnosti urýchľovania a sumarizácie videa.

Táto bakalárska práca ďalej pojednáva o nedokonalosti ľudského zrakového orgánu, a ako je využiteľná táto nedokonalosť pri tvorbe a úprave adaptívne zrýchlených videí. Za akých podmienok človek získa z daného obrazu užitočnú informáciu, kedy oko rozozná pohyb a kedy ho už nevníma, a za ktorých okolností ľudské vnímanie zareaguje na podnety zaregistrované okom. Ďalej je na základe týchto zistení navrhnutý a popísaný možný spôsob riešenia problematiky adaptívneho zrýchľovania. Taktiež je popísaná webová vyhodnocovacia aplikácia, vytvorená za účelom porovnania videí urýchlených tromi spôsobmi.

Jednotlivé kapitoly dokumentu podrobne popisujú kroky, ako bola daná metóda vytvorená, na čo bol braný ohľad pri návrhu riešenia. Druhá kapitola (Ľudské vnímanie) sa zaoberá zrakovým ústrojenstvom a okom ako jedinečným orgánom, ktorým vnímame okolo seba obraz. Tretia časť (Metódy zrýchľovania videa) približuje už známe metódy adaptívneho zrýchlenia a dopodrobna popisuje jeden použitý, už známy, algoritmus, ktorý bol použitý pri porovnávaní. Štvrtá časť (Implementácia) sa zaoberá vlastným návrhom riešenia problému a následnou implementáciou. V predposlednej kapitole (Vyhodnotenie) sa nachádza popis vyhodnotenia nazhromaždených dát. V závere práce (Záver) sa diskutuje o výsledkoch a možných smeroch rozšírenia myšlienky adaptívneho zrýchľovania videa.



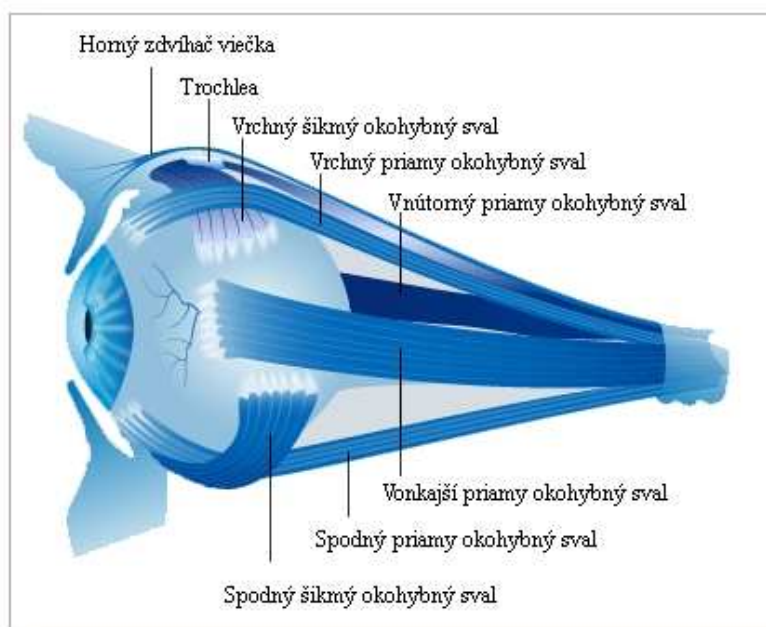
Obr. 1.1: Prezeranie záznamu z bezpečnostnej kamery (prevzaté z [10])

2 Ľudské vnímanie

Richard P. Feynman, ktorý bol jedným z najvýznamnejších fyzikov 20. storočia [1], raz povedal: „Mozog si našiel spôsob ako sa pozerat' na vonkajší svet. Oko je časť mozgu, ktorá sa dotýka svetla.“ Určite je oko jednou z najhlavnejších častí zrkového ústrojenstva. Pre človeka je zrak a tým pádom oko, ako jeden z päť zmyslov, najdôležitejší, lebo asi 80% všetkých informácií vnímame práve zrakom [5]. Takisto aj na video a adaptívne urýchlené video sa pozerá práve očami, a nimi sa prijímajú informácie, ktoré sa v ňom nachádzajú. Táto kapitola sa venuje práve tomuto zmyslovému orgánu, fyziológii videnia a vlastnostiam oka.

2.1 Oko

Orgán zraku je tvorený tromi zložkami: periférnej, prevodovej a zrkového centra v mozgovej kôre. Prvú zložku tvorí periférna časť, ktorú poznáme pod názvom očná guľa, alebo očná buľva. Táto časť zrkového analyzátoru je prispôsobená na prijímanie a sústreďovanie svetla. Pokračovaním oka sú zrkové nervy, ktoré prenášajú nervové impulzy do zrkového centra v mozgovej kôre v tylovom laloku mozgu.



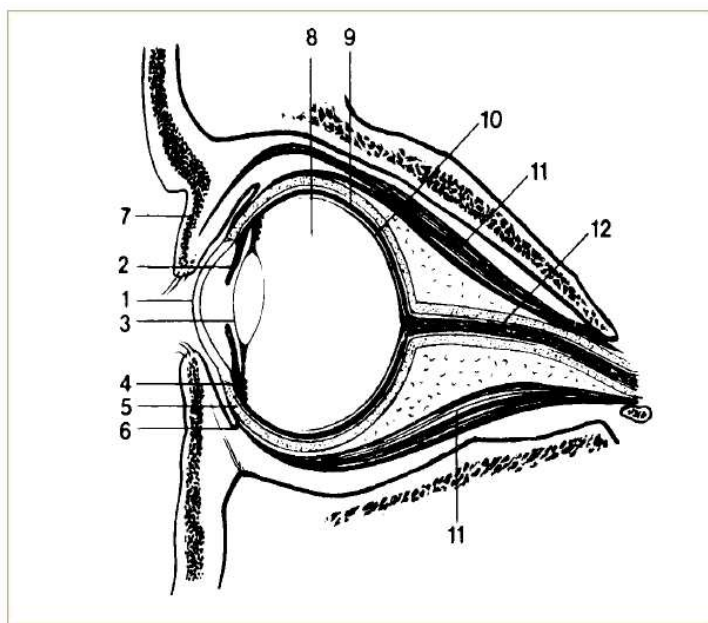
Obr. 2.1: Okohybné svaly (prevzaté z [6])

Pri plnení svojej funkcie, majú oči špeciálny pomocný a pohybový aparát. Tým pomocným aparátom sú mihalnice, ktoré chránia oči pred vonkajšími vplyvmi spredu. Ich základ tvorí kruhový mimický

sval tváre. Pohyblivosť očí do všetkých smerov zaisťujú okohybné svaly. Poznáme tri druhy svalov, a každý jeden z nich spĺňa inú funkciu:

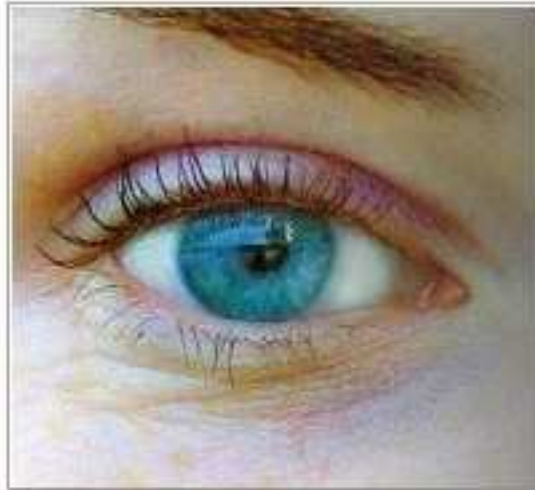
- **Priame svaly očnej gule** sú štyri: horné, dolné, vnútorné a vonkajšie (Obr. 2.1). Vonkajšie a vnútorné priame svaly otáčajú očnou guľou v horizontále na svoju stranu, horné a dolné priame svaly otáčajú okom hore a dole a súčasne ľahko mediálne.
- **Šikmé svaly očnej gule** (Obr. 2.1) sú dva: musculus obliquus superior, ktorý pri pohľade dopredu prevádza rotáciu oka dovnútra a zároveň stáča oko dole a dovonka. A druhým typom je musculus obliquus inferior, ktorý, takisto ako prvý typ, pri pohľade dopredu prevádza rotáciu oka dovonka a zároveň oko zdvíha a stáča tiež dovonka.
- **Zdvíhač horného viečka** je sval (Obr. 2.1), ktorý ťahom za hornú tarzálnu platňu zdvíha horné viečko.

Tieto svaly nám zabezpečujú dokonalú súhru pohybu očných guľí tak, aby obraz predmetu, na ktorý sa pozeráme, dopadal presne na žltú škvrnu obidvoch očí. Ak by tieto svaly mali nejakú pohybovú poruchu, tak dochádza napr. k dvojitému videniu.



Obr. 2.2: Oko: 1 – rohovka, 2 – dúhovka, 3 – šošovka, 4 – vráskovec, 5 – bielko, 6 – spojovka, 7 – kruhový sval, 8 – sklovec, 9 – ciečovka, 10 – sietnica, 11 – očné svaly, 11 – zrakový nerv (prevzaté z [4])

Očná guľa má približne guľovitý tvar (Obr. 2.2). Očné bielko zaberá asi 4/5 povrchu očnej gule a 1/5 zaberá rohovka, cez ktorú vstupuje do oka svetlo. Je súčasťou zrakového systému a má väčší polomer zakrivenia ako očné bielko.



Obr. 2.3: Dúhovka (prevzaté z [7])

Stredná, teda cievnatá časť oka je veľmi silno zafarbená. Jej viditeľná časť sa nazýva dúhovka (Obr. 2.3), ktorou je regulovaný vstup svetla do oka. A teda hlavnou funkciou dúhovky je znižovanie a zvyšovanie množstva svetla, ktoré sa dostane do oka.



Obr. 2.4: Zrenica (prevzaté z [8])

Priamo úmerná dopadajúcemu množstvu svetla na sietnicu je plocha tvorená otvorom v dúhovke, tzv. zrenica (Obr. 2.4). Dúhovka sa rýchlo prispôbuje zmene jasnosti a pritom zareagujú obe zrenice súčasne, aj keď dopadajúce svetlo pôsobí iba na jednu z nich. Zrenica sa môže zväčšiť až štvornásobne a dosahuje rozmerov od 2 mm do 4 mm. Zúženie sa koná pri vníkaní väčšieho množstva svetla, alebo pri zaostrovaní na blízku vzdialenosť. Týmto dejom sa oko chráni pred poškodením

sietnice pri dopade veľkého množstva svetla. Ako clona tu zapôsobí dúhovka, ktorá prekryje okraje a pri tom zlepšuje hĺbkové videnie.

Vnútornú vrstvu oka, tzv. nervovú, tvorí sietnica. Sietnica je časť mozgu a je aj takisto vnútorne organizovaná. Bez toho, aby si to človek uvedomoval, porovnáva to, čo vidí v jednej oblasti, s tým čo vidí v druhej oblasti.

Na povrchu sietnice sa nachádzajú špeciálne buky, ktoré sú schopné dopadajúce svetlo premeniť na nervové impulzy. Existujú dva druhy špeciálnych buniek, a to čapíky a tyčinky. Čapíky sú sústredené na mieste zvanom žltá škvrna. Toto miesto používame vtedy, keď chceme vidieť čo najjasnejšie, alebo keď pozorujeme niečo veľmi pozorne.

Na konci oka sa nachádza zrakový nerv, ktorý sa cez hrot očnice dostáva do lebečnej dutiny. Miesto, kde z oka vystupuje zrakový nerv, neobsahuje žiadne zmyslové bunky a teda pri dopade svetla na toto miesto nevzniká žiadne podráždenie. Táto časť oka sa nazýva slepá škvrna alebo sa dá niekde nájsť aj pod názvom Mariotov bod [3, 4].

2.2 Fyziológia videnia

Pri prechode z osvetleného priestoru do tmavej izby, oko stráca schopnosť vnímať svetelné podnety. Tu nastáva jav, ktorý sa nazýva, zraková adaptácia na tmu a videnie človeka sa vylepšuje v priebehu jednej hodiny. Adaptácia oka sa deje v dvoch častiach. Tá prvá sa volá rýchla fáza alebo čapíková adaptácia sietnice. Druhá časť je pozvoľnejšia a môže trvať až 45 minút a môžeme ju nájsť pod názvom tyčinková.

Ďalšou vlastnosťou je akomodácia, čo je schopnosť oka zaostriť na rôzne vzdialené predmety a javy. Svetelné lúče prichádzajú z nekonečna a lámu sa do ohniska na sietnici. Pri pozorovaní predmetov, ktoré sú v kratšej vzdialenosti, nastáva zvýšenie optickej mohutnosti šošovky. Akomodačný reflex má latenciu, čiže časový interval trvania zaostrenia, 0,37 sekundy. Pri tomto reflexe sa spomína aj hĺbka ostrosti. Je to vzdialenosť, v ktorej ešte môžeme pohybovať predmetom bez toho, aby sa jeho obraz rozmazal. Hĺbka ostrosti je závislá na šírke zrenice. Je väčšia pri vzdialenejších predmetoch alebo pri zúženej zrenici. S rastúcim vekom človeka sa aj akomodácia oka zhoršuje. Tento stav je spôsobený zmenšenou elasticitou samotnej šošovky.

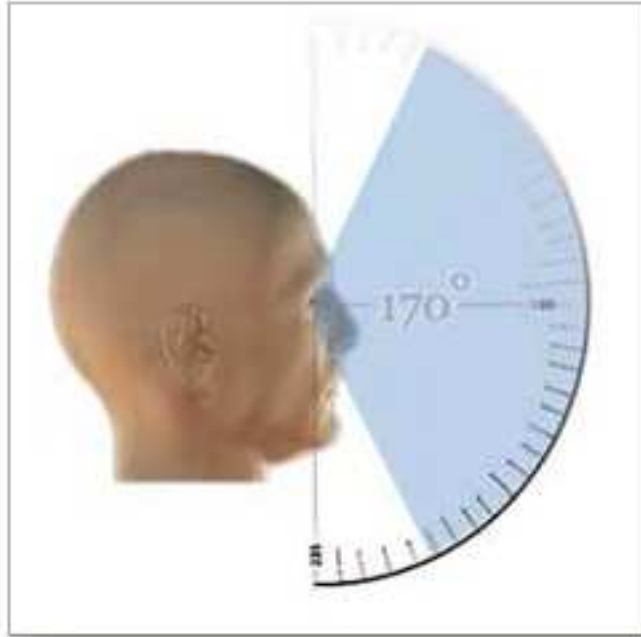
Pri pohybe predmetu, ktorý je pomalý, nie viac ako $50 - 80^\circ$, sa vyvolajú sledovacie očné pohyby. Pri väčšej rýchlosti sa vyvolávajú tzv. sakády, čo sú rýchle očné pohyby a dosahujú až 800° za sekundu. Prah pre vnímanie pohybu je $1-2'$ za sekundu. Pri poklese rýchlosti na hodnotu $40-60''$, sa stráca schopnosť oka vnímať pohyb. Tieto hraničné hodnoty platia iba v prípade, že v zornom poli sú prítomné aj iné kontrastné predmety. Ale ak neplatí táto podmienka, tak prah vnímania klesá až na $15'$ za sekundu. Teda ak sa predmet nepohne o viac ako $1-2'$ za sekundu, prípadne o viac ako $15'$

za sekundu v tom druhom prípade, tak oko vôbec nezaregistruje pohyb predmetu, a tým pádom nevzniká pre mozog nová informácia, ktorú by mohol prijať.

Pod pojmom zorné pole, sa vníma časť priestoru, ktoré prehliadneme pri pohľade priamo dopredu. Najširšie zorné pole je zvonka, teda horizontálne (Obr. 2.5), ktoré dosahuje rozmedzie okolo 200° . Za ním nasleduje hore a dole, inak známe aj ako vertikálne (Obr. 2.6), kde je zorné pole spravidla o veľkosti 170° a najmenšie je zorné pole dovnútra, ktoré dosahuje iba 50° , a je ohraničené podľa výšky nosného chrbta [3].



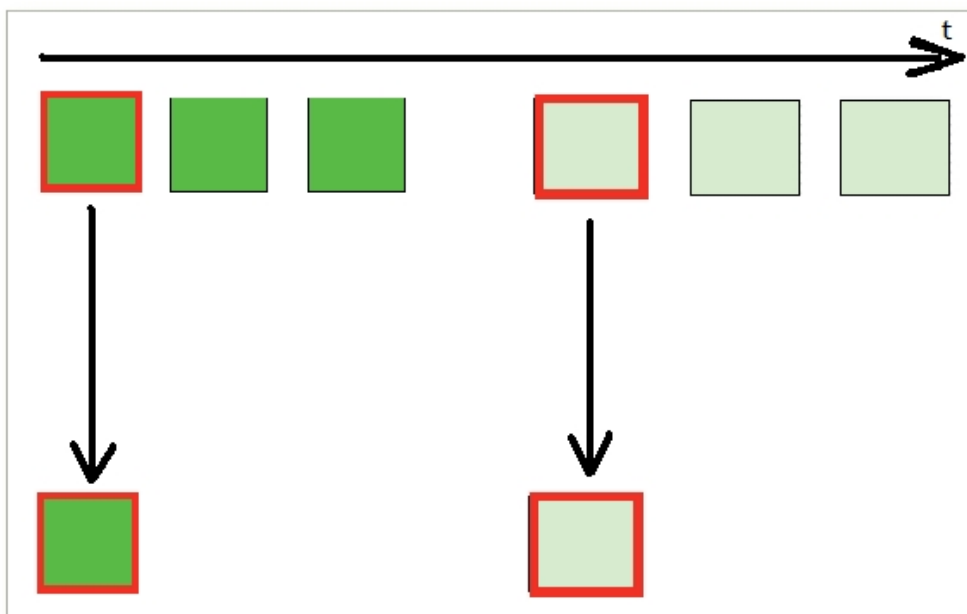
Obr. 2.5: Horizontálne zorné pole (prevzaté z [9])



Obr. 2.6: Vertikálne zorné pole (prevzaté z [9])

3 Metódy zrýchľovania videa

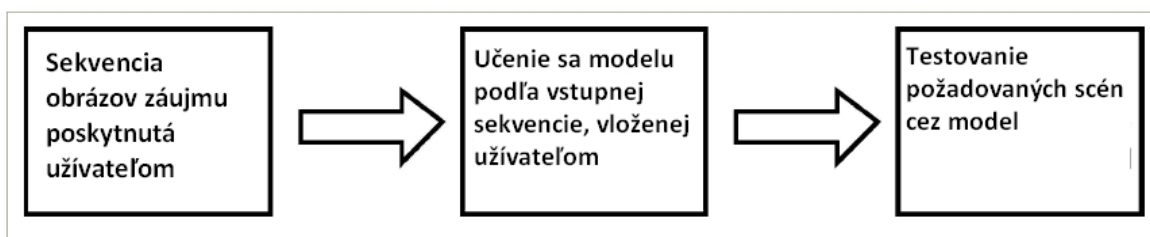
Metóda adaptívneho zrýchľovania je založená na podobnej myšlienke ako skorej vytvorené stratové kompresie zvukových súborov napr. mp3, kde sa využíva tá vlastnosť, že ľudské zmysly sú nedokonalé. U hudby sa algoritmus snaží o odstránenie redundancie, nadbytočnosti, zvukového signálu na základe psychoakustického modelu. To znamená, že zo vstupného signálu sú vynechané tie frekvencie, ktoré sú nepočuteľné sluchom, a ktoré si človek už neuvedomuje. Pri metóde adaptívneho zrýchľovania videa využívame to, že jednotlivé obrázky, z ktorých je dané video poskladané, sa často opakujú a informáciu, ktorá v nich bola uložená, už mozog zaregistroval. Potom rovnaký obrázok môžeme vynechať a cez oko sa aj napriek tomu dostane dostatok dát na to, aby si z nich mozog vzal informácie, ktoré boli vložené do určitej sekvencii za sebou nasledujúcich obrázkov (Obr. 3.1).



Obr. 3.1: Výber užitočných obrázkov

Samozrejme všetky metódy sa od seba navzájom líšia, či už v malých detailoch, alebo dokonca základným modelom. Jednou z týchto metód je Adaptive Video Fast Forward [11]. Jadrom tejto metódy je myšlienka, že užívateľ je povinný poskytnúť sekvenciu obrázkov svojho záujmu, ktorý chce vo videu nájsť. Zvyčajne to je niekoľko sekúnd dlhý videoklip uložený v databáze, v ktorej sú podobné klipy prehľadávané. Prehľadávanie Adaptive Video Fast Forward je založený na vstupných scénach, ktoré zadával sám užívateľ a štatisticky generovanom modeli scény. Parametre modelu sú naučené bez učiteľa. V testovacej fáze sú potom všetky snímky z požadovanej scény testované daným modelom (Obr. 3.2). Miera rýchlosti prehrávania videa je úmerná výskytu obrázku v zvolenom prehľadávanom videu, kde vysoká pravdepodobnosť, naznačuje vysoký stupeň podobnosti medzi cieľovou sekvenciou a poskytnutou sekvenciou, a tým pádom prehrávací rýchlosť klesá. Nízky

výskyt označuje odlišnosť medzi cieľom a vstupnej postupnosti, a teda prehrávací rýchlosť je väčšia. V podstate, prispôsobí rýchlosť prehrávania obsahu videa, podľa výšky výskytu podobných obrázkov v cieľovej sekvencii.



Obr. 3.2: Adaptive Video Fast Forward

Všetky prehľadávané klipy, každý obr. z danej scény je testovaný naučeným modelom. Využívajú popredie a pozadie obrázku. Ide prakticky o naučenie daného modelu, s čo najmenším zásahom od užívateľa a iba s malým obsahom informácií, vyhľadať nezvyklé segmenty a spraviť z 13 min videa 30 sekundový klip, napr. špecifikujem zaujímavý kúsok a necháme systém, aby to variabilnou rýchlosťou našiel. Jadrom je scéna vytvoreného modelu, ktorá popisuje priestorové rozloženie objektov v scéne. Využíva sa pomocou vypočítania pravdepodobnosti pozorovaného videa ako ceny, na základe ktorej pristupujeme k prezeraniu, hľadaniu a vyhľadávaniu videa. Model vysvetľuje scénu tým spôsobom, že ju rozdeľuje na detailný model pozadia a fuzzy model popredia, ktorý reprezentuje zmes Gaussovských rozostrení (guličiek) (Obr. 3.3).

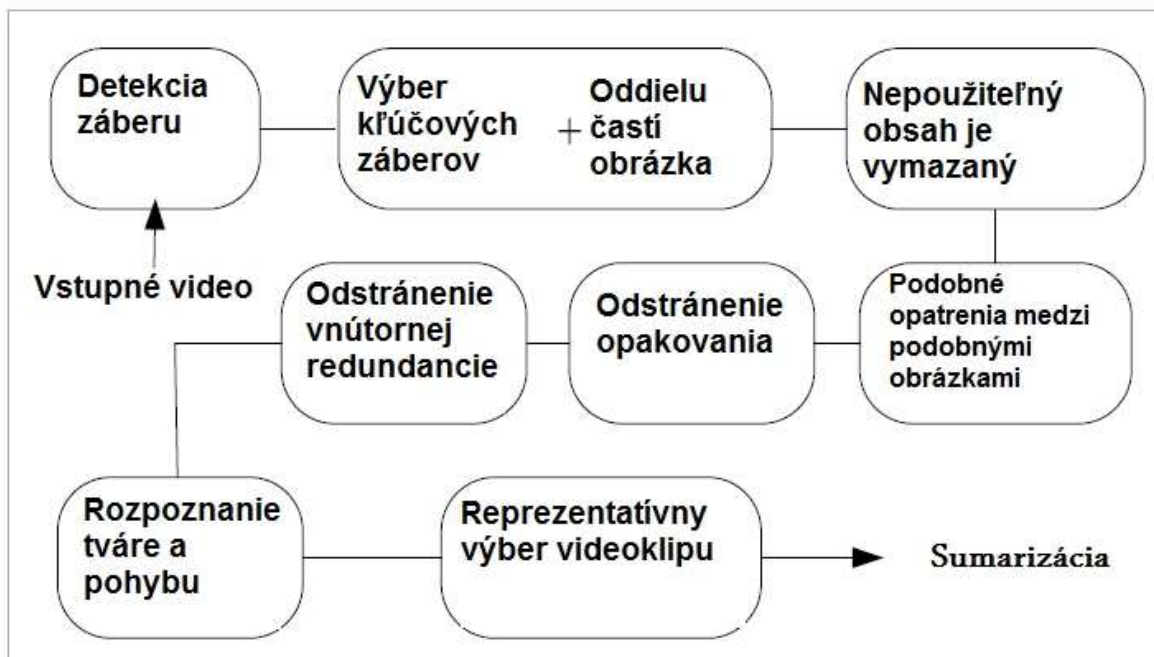


Obr. 3.3: Reprezentácia zmesou Gaussovských rozostrení

Prístup Adaptive Video Fast Forward k inteligentne urýchleným videám je založený na ovládaní rýchlosti. Mechanizmus pre urýchľovanie videa, v menej zaujímavých častiach videa, zvýši svoju rýchlosť prehrávania. A samozrejme spomaľuje svoju rýchlosť prehrávania, ako náhle narazí na zaujímavé scény vo videu. Vo všeobecnosti je užitočnejšia forma, ak model Adaptive Video Fast Forward prehľadávania je definovaný na jednom obrázku a nevychádza z celej scény. Tento spôsob, ak sa model zacieli na jeden obrázok, má výhodu v tom, že dokáže oveľa jemnejšie meniť rýchlosť medzi zaujímavými časťami a nezaujímavými časťami videa. Ale je to obzvlášť užitočné ak sa

užívateľ snaží extrahovať užitočné sekvencie z oveľa dlhšieho videa, a potom sa ich zosumarizovať do kolekcie za sebou nasledujúcich obrázkov, o ktoré mal záujem na začiatku urýchľovania videa.

Ďalšia metóda, ktorá využíva adaptívne zrýchľovanie videa sa nazýva Automatic Summarization of Rushes Video Using Bipartite Graphs [12]. Základom sú tri kroky, ktoré definujú prístup k sumarizácii videa. Prvý krok obsahuje vylúčenie obrázkov s nízkym obsahom informácie. Potom nasleduje krok, v ktorom sú odstránené opakujúce sa zábery. A napokon v poslednom kroku, v zostávajúcich obrázkoch ide o prítomnosť kde sa nič nedeje a intenzitu pohybu. Ako je zobrazené (Obr. 3.4), tak v tejto metóde je dôležité na začiatku si video rozdeliť na užitočné obrázky, a potom obsah ktorý je bez úžitku. Neužitočný obsah videa je zmazaný z výsledného celku. Ďalej sa využíva redundancia medzi jednotlivými už preriedenými obrázkami, a znova sú odstránené obrázky, ale v tejto časti sú to tie, ktoré sa opakujú. A nakoniec je v tomto prípade využívaná detekcia tváre a pohybu.



Obr. 3.4: Postup výberu užitočných obrázkov zo vstupného videa



Obr. 3.5: Nepoužiteľné obrázky: zábery s kalibráciou, monochromatické zábery a klapky

Jednou zo základných funkcií tejto metódy sumarizácie videa je vyradiť nepoužiteľné obrázky, ako sú monochromatické zábery a obrázky, kde sú zobrazené klapky. Klapky sa detegujú medzi jednotlivými obrázkami vstupného videa, a ako náhle je dosiahnutý dostatočný počet kľúčovým bodov, ktoré sa rovnajú, daný obrázok je určený ako klapka a okamžite je odstránený. Aby sa vedel detegovať obrázok, kde je zobrazená klapka, bola na začiatku vybraná sada 50 záberov klapiek. Potom boli ručne inicializované tak, aby sa kontrolovala podobnosť práve na konkrétne regióny v týchto obrázkoch. Ďalej sú to obrázky so znázornením spektra farieb, ktoré sa využívajú pri kalibrácii a zábery, ktoré trvajú menej ako jednu sekundu (Obr. 3.5).

Ďalším krokom k tvorbe výsledného videa je odstránenie znova natočených záberov. Tieto zábery sa natáčajú stále dookola pri príležitostiach ako sú vynechávanie hercov zo záberu alebo z filmárske chyby. V tomto prípade by znovu natočené obrázky mali byť detegované a odstránené z výslednej sumarizácie. Na obrázku (Obr. 3.6) je zobrazený príklad výberu kľúčových obrázkov z trojice natočených záberov udalosti. Kde prvý, druhý a tretí riadok je ukážka znova natočených obrázkov a posledný štvrtý riadok je zobrazenie už extrahovaných obrázkov.

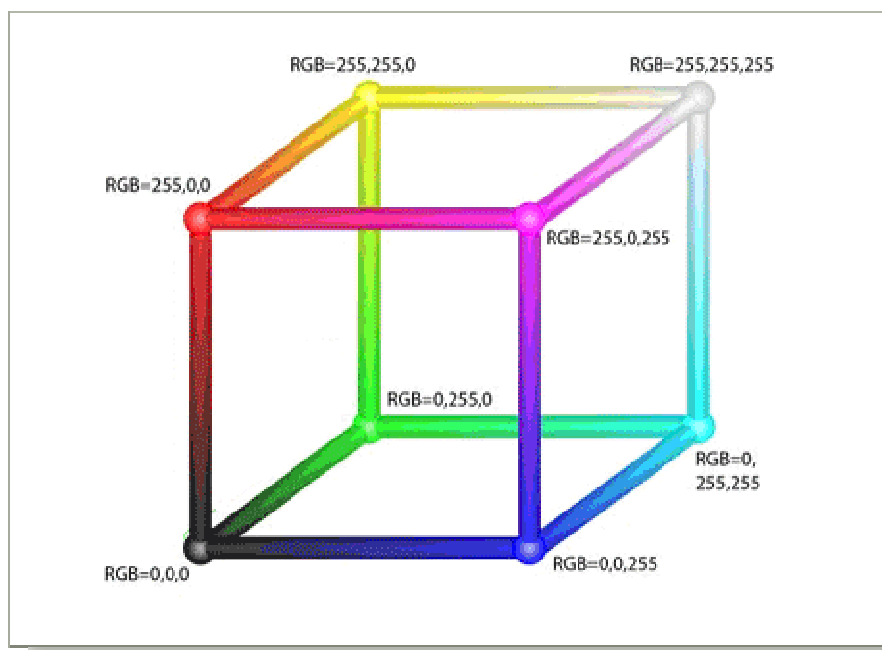


Obr. 3.6: Príklad znova natočených záberov

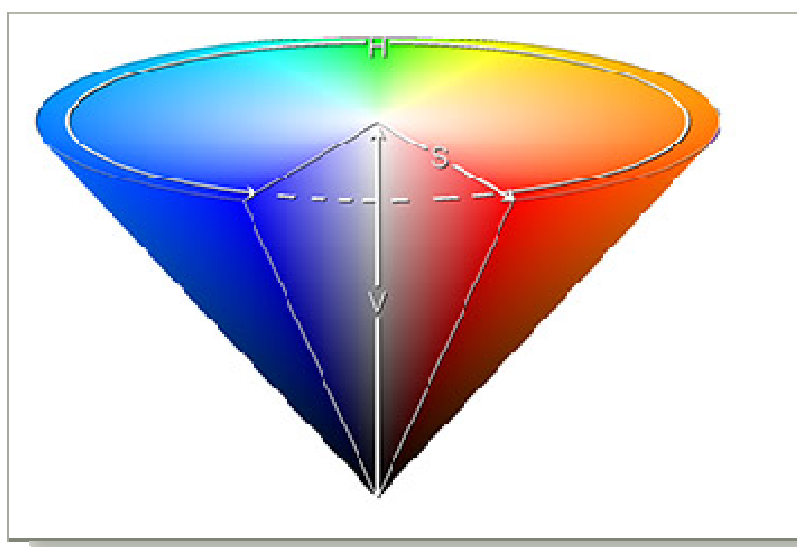
Autori pracovali s domnienkou, že podobnosť medzi obrázkami je možné detegovať na základe podobnosti získanej z príslušných obrázkov. Preto je model Automatic Summarization of Rushes Video Using Bipartite Graphs motivovaný maximálnou zhodou v bipartitných grafoch. Preto je hlavnou myšlienkou odhaľovanie podobnosti medzi jednotlivými video zábermi.

3.1 Použitá metóda

Základom pre vlastné rozšírenie algoritmu na adaptívne zrýchľovanie videa som použil myšlienku z dokumentu Video rushes sumarization by adaptive acceleration and stacking of shots [14]. Pre túto metódu som zvolil názov Simple Adaptive Video Acceleration (*Simple AVA*). Koreňom myšlienky je určenie hodnoty rozdielu medzi dvoma obrázkami, ako rozdiel medzi každým regiónom daného obrázku. Informatívny rozdiel medzi prvým obrázkom a druhým obrázkom je daný, ako maximálny rozdiel medzi obidvoma obrázkami pomocou použitého histogramu HSV (Obr. 3.8) alebo RGB (Obr. 3.7). HSV model sa využíva v prípade ak je potrebná detekcia farbi pleti, a tým pádom detekcia tváre. HSV model, alebo niekde je označovaný aj pod názvom HSB, obsahuje tri položky. Tou prvou je odtieň (Hue), druhou je sýtosť (Saturation) a poslednou zložkou je jas (Value alebo Brightness). Väčšina ľudí, bez rozdielu na rase alebo veku, má podobný odtieň pokožky, aj keď môžu mať rôznu sýtosť alebo jas. Jas viac-menej závisí na nastaveniach snímaného obrazu, preto sa obvykle využívajú iba dve hodnoty a to odtieň a sýtosť. Na rozdiel od modelu HSV je model RGB viacej využiteľný v prípade všeobecnej kontroly zmeny informácií medzi dvoma obrázkami a najčastejšie sa využíva na kódovanie farby bodu obrázku. Zistilo sa, že takmer všetky farbi sa dajú vytvoriť zmiešaným troch nezávislých farieb. Najvýhodnejšie pre výrobu svetelných lúčov bolo použitie farieb červená (Red), zelená (Green) a modrá (Blue), ktoré sú základom RGB modelu. V metóde Video rushes sumarization by adaptive acceleration and stacking of shots sa kontrolované zábery považujú za podobné ak ich informatívna vzdialenosť je pod určitým prahom (threshold). Čím je menší prah, tým sa vynechá viacej obrázkov a to má za následok zvýšenie akcelerácie obrázkov. Informatívny rozdiel sa počíta ako počet rozdielných bodov medzi jednotlivými dvoma vybranými obrázkami. Informatívny rozdiel by sa dal vyjadriť aj ako percentuálna úspešnosť počtu rozdielných bodov medzi dvoma obrázkami. Každý bod obrázku sa porovná s bodom v druhom obrázku s rovnakými súradnicami x a y. Každý bod má vlastnú určenú hodnotu v modeli RGB, ktorá sa skladá z troch 8-bitových zložiek červenej, modrej a zelenej farby. Stačí aby aspoň jedna z týchto zložiek, červená, zelená alebo modrá, bola rozdielna od zložky, ktorá je definovaná s porovnávaným bodom v druhom obrázku, a automaticky sa bod berie ako iný, rozdielny. A tým pádom sa aj zväčšuje informatívny rozdiel a hodnota sa približuje k prahu.



Obr. 3.7: RGB model (prebraté z [15])



Obr. 3.8: HSV model (prebraný z [16])

3.2 Vlastné rozšírenie použitej metódy

Hlavnou myšlienkou môjho vlastného rozšírenia metódy, ktorá hľadá informatívny rozdiel medzi dvoma za sebou nasledujúcimi obrázkami je, že oko nie je dokonalý orgán a nie je schopné zaregistrovať úplne všetko na čo sa pozerá. Tak ako nedokážeme rozoznať elektromagnetické žiarenie o vlnovej dĺžke menšej ako je 400 nm a väčšej ako 750nm, tak nedokážeme rozoznať pohyb,

ktorý je menší ako 1-2' za sekundu (kapitola 2.2). Pre túto metódu som zvolil názov Advanced Adaptive Video Acceleration (*Advanced AVA*).

Pri využívaní tejto nedokonalosti oka sa musela určiť vzdialenosť medzi užívateľom a monitorom, na ktorom pozerá už výsledné video. Ako priemernú vzdialenosť som si zvolil 50cm (Obr. 3.9). A z tejto vzdialenosti a tangensu uhla maximálneho pohybu, ktorý môže nastať sa vypočíta maximálny pohyb na monitore. Teda o koľko bodov sa môže kontrolovaný bod posunúť bez toho, aby oko zaregistrovalo zmenu, a predalo túto informáciu mozgu. Maximálna veľkosť tejto zmeny je možné vypočítať z obrázku (Obr. 3.10), kde α je uhol o ktorý sa najviac pohne daný bod, strana c znázorňuje vzdialenosť oka od monitoru, a teda vzdialenosť v akej sa nachádza človek pri pozeraní sa na určené video a strana a je vzdialenosť, o akú sa môže daný bod najviac posunúť do každej strany na monitore. Využitím pomocnej goniometrickej funkcie tangens, ktorá je definovaná v pravouhlom trojuholníku ako pomer protiľahlej odvesny a priľahlej odvesny, dostaneme v rovnici iba jednu neznámu, a to je naša hľadaná maximálna vzdialenosť, o ktorú sa daný bod v obrázku môže pohnúť. Keď sa vypočíta táto vzdialenosť, o ktorú sa môže daný bod posunúť, tak už nám iba stačí prepočítať koľko je to bodov na monitore v skutočnosti. Táto hodnota sa menuje rozptyl, čo je vlastne veľkosť jedného bodu na monitore [13]. V tomto konkrétnom prípade je rozptyl (v) rovní hodnote 0,285mm.

Tabuľka 3.1: Známe hodnoty

Pomenovanie	Označenie	Hodnota
Rozptyl bodov	v	0,285mm
Vzdialenosť od monitora	c	50 cm
Uhol alfa (v prvom prípade)	$\alpha 1$	0,033°
Tangens uhlu alfa jedna	$\tan \alpha 1$	0,000576
Uhol alfa (v druhom prípade)	$\alpha 2$	0,25°
Tangens uhlu alfa dva	$\tan \alpha 2$	0,004360

Vypočítanie veľkosti okolia bodu z uhlu $\alpha 1$ dokážeme pomocou rovnice:

$$a = \tan \alpha 1 \times c \quad (1)$$

Z rovnice (1) dostaneme hodnotu $a = 0,288\text{mm}$, čo je hodnota, o ktorú sa môže daný bod pohnúť.

Potom z rovnice (2) sa dá vypočítať počet bodov p , ktoré nám dajú výslednú hodnotu okolia, čo sú po zaokrúhlení nahor 2 body.

$$p = \frac{a}{v} \quad (2)$$

Vypočítanie veľkosti okolia bodu z uhlu α^2 dokážeme pomocou rovnice:

$$a = \tan \alpha^2 \times c \quad (3)$$

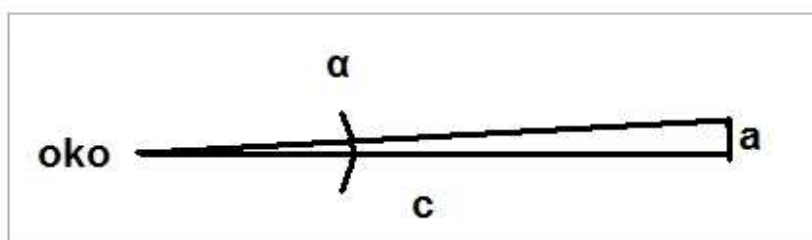
Z rovnice (3) sa zase dozvedáme hodnotu $a = 2,18mm$, ktorá je platná pre druhý prípad. Potom keď znova dosadíme do rovnice (2), že počet bodov okolia je rovný 8.

Takže z rovnice (1 a 2) sa dozvedáme, že oko nezaregistruje pohyb, ak sa daný bod, ktorý kontrolujeme pohne o 2 body do každého smeru. To znamená, že ak daný bod nebude totožný s bodom na tých istých súradniciach v ďalšom obrázku kontrolovaného videa, tak zoberieme obrázok, ktorý nasleduje o jednu sekundu ďalej, čo vyplýva práve z toho, že oko nezaregistruje pohyb 1-2' za sekundu. Čiže sa zoberie obrázok ktorý je vo vzdialenosti jedného fps, čo je skratka pre *frame per second*. Fps je hodnota počtu obrázkov za sekundu, ktoré vykreslí zobrazovacia zariadenie, prípadne frekvencia ktorou zachytáva záznamové zariadenie jednotlivé obrázky. Takže sa zoberie ďalší obrázok, ale nie nasledujúci, ale ten ktorý nasleduje o jednu sekundu ďalej, a tam znovu kontrolujeme, či sa tam daný bod kontrolovaného obrázku nachádza. Ale teraz už nie s konkrétnym bodom, ale s rozptylom ± 2 body okolo súradnice konkrétneho bodu, čo je štvorec o rozmere 5 bodov. Takže v konečnom dôsledku sa môže kontrolovať až 25 bodov na jeden bod každého obrázku, čo značne navyšuje čas kontroly.

Z druhej rovnice (2 a 3) vyplýva, že oko neregistruje pohyb, ktorý sa na monitore vykreslí v rozmedzí o 8 bodov v každom smere. To znamená, že v konečnom dôsledku sa môže kontrolovať až 17×17 bodov, čo je až 289 bodov na jeden bod každého obrázku. Samozrejme ak sa zhodný bod nájde v priebehu prehľadávania, tak sa funkcia ukončí, a neprehľadáva dokonca. Ale aj tak celkový čas kontroly veľmi vzrastá. Preto tento druhý spôsob, s rozptylom o 8 bodov, odporúčam použiť iba v tom prípade, že dané video, ktoré chceme upraviť je krátke, rádovo v minútach, alebo máme veľa voľného času.



Obr. 3.9: Priemerná vzdialenosť od monitora

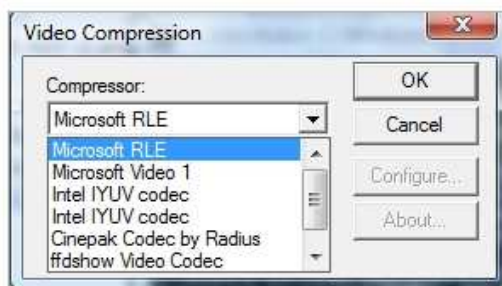


Obr. 3.10: Pohyb predmetu o uhol alfa a veľkosti a, na vzdialenosti c

4 Implementácia

Pre naprogramovanie metód Simple AVA a Advanced AVA som použil prostredie Microsoft Visual C++ 2005 Express Edition s importovanou knižnicou openCV. OpenCV je voľne dostupná knižnica, ktorá bola vytvorená firmou Intel a je prispôsobená k úpravám a tvorbe videí a obrázkov. Pred samotným urýchlením videa sa užívateľ musí ubezpečiť, že dané video je vo formáte *avi*, lebo pri použití doplnkovej knižnice openCV k programovaciemu jazyku C++, sa iné video ako typu *avi* nenačíta, čo obmedzuje práve daná knižnica. Takže v prvom rade si musíme zvolené video prekonvertovať na typ *avi*. Videá, ktoré boli využité v tejto bakalárskej práci, boli konvertované programom Next Video Converter 2.1.0.

Jednou z dôležitých funkcií, ktorú obsahuje knižnica OpenCV, je že pri tvorbe videa, si užívateľ sám definuje kompresiu vytváraného videa (Obr. 4.1).



Obr. 4.1: Možné druhy kompresíí, ktoré ponúka knižnica OpenCV

4.1 Webová vyhodnocovacia aplikácia

Pred vyhodnotením samotných algoritmov, sa museli dané videá ukázať samotným užívateľom na porovnanie. Na tento účel bola vytvorená webová vyhodnocovacia aplikácia. Webová vyhodnocovacia aplikácia bola napísaná v Programovacích jazykoch PHP a HTML, s využitím databáze MySQL a tabuliek typu MyIsam. Najlepšou možnosťou zobrazenia webovej aplikácie je pod prehliadačom Firefox. Webová vyhodnocovacia aplikácia je vytvorená s hlavnou myšlienkou, zaznamenať odpovede vo formulári po zhliadnutí každého videa, ktoré si každý človek, ktorý sa prihlási na stránky, spustí. Prvým krokom, ktorý musí užívateľ urobiť, po načítaní stránok aplikácie AVA, je registrácia a vyplnenie registračného formuláru (Obr. 4.2), na ktorý sa odkazuje riadok Registrácia v menu pred prihlásením (Obr. 4.4). V registrácii je najdôležitejší údaj login, ktorý definuje jednoznačnosť každého užívateľa, a dovoľuje po nahliadnutí do databázy určiť, že v akom

poradí videl jednotlivé videá, v akom čase ich videl, s akou úspešnosťou odpovedal na jednotlivé otázky vzťahujúce sa na konkrétne video, alebo aké konkrétne odpovede použil. Preto je registrácia a následné prihlásenie (Obr. 4.3) užívateľa pomocou loginu a hesla podmienkou pre spustenie urýchleného videa.

The image shows a web registration form titled "Registrácia". It contains the following fields and labels:

- Login:* (text input)
- Heslo:* (password input)
- Potvrďte heslo:* (password input)
- Meno: (text input)
- Priezvisko: (text input)
- Mesto: (text input)
- Štát: (text input)
- Vek: (dropdown menu)
- Pohlavie: (dropdown menu)
- Vzdelanie: (text input)
- Zamestnanie: (text input)

A blue button labeled "Registovať" is located at the bottom right of the form. Below the form, there is a note: "* údaje označené týmto symbolom sú povinné".

Obr. 4.2: Registračný formulár

Po prihlásení (Obr. 4.3) , sa nám zobrazí uvítacia stránka (Obr. 4.7), z ktorej sa už môžeme priamo odkázať na prehratie náhodného videa z databáze, prípadne v menu, ktoré sa nachádza na pravej strane, sa pomocou odkazov môžeme odhlásiť z webovej vyhodnocovacej aplikácie, alebo si zmeniť vstupné heslo (Obr. 4.5). Na spodku uvítacej stránky po prihlásení, sa ešte nachádza odkaz (Obr. 4.6), kde po kliknutí sa načíta stránka, ktorá vysvetľuje pojem adaptívneho zrýchľovania videa, a približuje ho bežnému užívateľovi.

Prihlásenie

Prihlásiť sa môžete iba v tom prípade, že Váš prehliadač umožňuje ukladanie súborov cookie.

Login:

Heslo:

Obr. 4.3: Prihlasovacia stránka



Obr. 4.4: Menu pred prihlásením



Obr. 4.5: Menu po prihlásení

Za Vašu spoluprácu Vám vopred Ďakujem.

* ak chcete vedieť čo je myslené pod pojmom Adaptívne zrýchlenie videa, tak kliknite na odkaz: [Adaptívne zrýchlené video](#)

Obr. 4.6: Odkaz na stránku s vysvetlením pojmu adaptívneho zrýchľovania videa



Obr. 4.7: Uvítacia stránka

Jednou z dvoch najdôležitejších funkcií webovej vyhodnocovacej aplikácie je prehratie videa (Obr. 4.8). Tou druhou dôležitou funkciou je potom dotazník s otázkami na ktoré užívateľ odpovie bezodkladne po dopyzeraní videa. Prehrávač videa je napísaný v programovacom jazyku as3 a boli naňho vložené požiadavky, ktoré musel spĺňať. Tou prvou a najhlavnejšou vlastnosťou bolo, aby užívateľ nemohol zasahovať do prehrávania. To znamená, že po kliknutí na odkaz Prehraj video, sa video načíta a automaticky hneď spustí, bez toho aby užívateľ musel osobne spúšťať, alebo kliknúť na tlačidlo play, ako sme zvyknutý u iných prehrávačov typu swf, ktoré sa bežne používajú na prehrávanie videí na internete. Ďalšou vlastnosťou bolo, aby užívateľ nemohol počas prezerania videa pozastaviť prehrávanie, lebo potom by stratilo význam sa pýtať na otázky týkajúce sa nejakých udalostí z deju videa. Keby si užívateľ mohol pozastaviť prehrávanie, tak by sa mohol dôkladne pozrieť na tú časť videa, ktorú nepostrehol alebo nezaregistroval, a v porovnaní nám ide práve o to, ktoré deje sa danému dotýčnemu účastníkovi podarilo zaregistrovať, a ktoré nie. Poslednou prvkou, ktorý musel mať prehrávač typu swf naprogramovaný, bola vlastnosť prepnutia sa na stránku s dotazníkom bezprostredne po skončení prehrávania videa. Videá sa prehrávajú náhodne a po stlačení klávesy F5 v internetovom prehliadači, sa nám spustí ďalšie náhodne vybrané video z databázy. Aby sme vôbec mohli tieto videá spúšťať, musia byť konvertované na typ *flv*, ktoré prehráva prehrávač typu swf. Pomocou programu Next Video Converter 2.1.0 sme skonvertovali videá typu avi na typ *flv*, ktoré už je možné spúšťať na stránkach webovej vyhodnocovacej aplikácie. Po načítaní stránky s dotazníkom (Obr. 4.9), užívateľ vyplní odpovede na jednotlivé otázky, a tieto odpovede po stlačení na tlačidlo Poslať odpovede, odošle do databázy, kde sa dôkladne uložia. Ako motivačný prvok pre bežného užívateľa som použil konečné vyhodnotenie správnych odpovedí, na každé odoslanie jedného dotazníka. Na stránke vyhodnotenia (Obr. 4.10) sa užívateľovi priamo

ponúka znova spustenie ďalšieho videa, aby si vylepšil úspešnosť správnych odpovedí, pri prvotnom horšom zodpovedaní otázok, alebo vyskúšal svoju pozornosť pri ďalšom videu a dokázal či znova bude mať perfektný výsledok. Úspešnosť odpovedí bola v rozmedzí od 0% do 100% a závisela na počte správnych odpovedí podľa vzorca (4), kde p je percentuálna úspešnosť videí, s je počet správnych odpovedí a k je počet všetkých konkrétnych otázok. Otázky ku každému videu boli naťahované z databázy, každé video malo osem otázok, z toho tri boli všeobecné a týkali sa adaptívneho zrýchľovania videa. Ostatných päť otázok malo každé video odlišné a týkali sa deja alebo vecí, ktoré sa nachádzali v danom konkrétnom videu.

$$p = \frac{s}{k} \quad (4)$$



Obr. 4.8: Prehrávač videa, kde nie sú žiadne ovládacie prvky

ADAPTÍVNE ZRÝCHĽOVANIE VIDEA!

Dotazník

Prosím odpovedzte na všetky otázky.
Ďakujem.

Pustili by ste video ešte rýchlejšie?

Áno ☐
 Nie ☐
 Pustil by som pomalšie ☐

Boli niektoré časti príliš dlhé aj so zrýchlením videa?

Áno boli ☐
 Nie, boli akurát ☐
 Neviem sa rozhodnúť ☐

Myslíte si, že obsah videa bol zmätený?

Áno ☐
 Nie ☐
 Neviem sa rozhodnúť ☐

Kde dopadala voda z fontánky?

Na zem. ☐
 Priamo do kanála. ☐
 Stekala naspäť do fontánky. ☐

Obr. 4.9: Dotazník

ADAPTÍVNE ZRÝCHĽOVANIE VIDEA!

Prehraj video

Úspešne ste odpovedali na 20% otázok.

Blahoželám!

Obr. 4.10: Vyhodnotenie úspešnosti odpovedí

5 Vyhodnotenie

Videá, ktoré sú použité pri urýchľovaní jednotlivými modelmi Simple AVA a Advanced AVA som stiahol zo stránok projektu The Open Video Project [17], kde ponúkajú *Open Source* videá, teda sú voľne dostupné každému. Videá, ktoré som stiahol a použil, boli dokumentárneho typu (Obr. 5.1). Dĺžka týchto Open Source videí sa pohybovala v rozmedzí od jednej do troch minút. Celkový počet videí bolo 15, a každé video bolo zrýchlené troma spôsobmi. Prvý spôsob bol zrýchlené prehrávanie, druhý Simple AVA a tretí Advanced AVA.



Obr. 5.1: Náhodné obrázky zo stiahnutých videí

Samotné vyhodnotenie a porovnanie jednotlivých metód urýchľovanie videa, či už je to obyčajné zrýchlené prehrávanie, alebo adaptívne zrýchlenie videa, sa opiera o nazhromaždené dáta pomocou webovej vyhodnocovacej aplikácie, kde užívatelia videli tieto videá. Samotné vyhodnotenie pozretého videa bolo riešené formou dotazníku vo webovej vyhodnocovacej aplikácie, kde bežný užívateľ odpovedal na osem položených otázok. Prvé tri otázky boli všeobecného typu a u každého videa boli rovnaké:

- a. Pustili by ste video ešte rýchlejšie?
- b. Bili niektoré časti príliš dlhé aj so zrýchlením videa?
- c. Myslíte si, že video bolo zmätené?

Tieto otázky mali za úlohu, ako video vplývalo na každého jedného užívateľa, ktorý ho práve videl, čo si myslí o zrýchlení videa a či mu dané video nepripadalo zmätené, prípadne až nelogické. Výsledky, ktoré sa získali z uložených dát v databáze sú znázornené v tabuľke (Tabuľka 5.1).

Do webovej vyhodnocovacej aplikácie sa registrovalo spolu 33 užívateľov, a do databáze poslali dokopy 125 vyplnených formulárov so svojimi odpoveďami.

Tabuľka 5.1: Výsledky získané z odpovedí na všeobecné otázky v dotazníku

Typy otázok\Typ urýchlenia >		Zrýchlené prehrávanie	Simple AVA	Advanced AVA	Celkovo
Otázka	Odpoveď				
Pustili by ste video ešte rýchlejšie?	Áno	12%	5%	21%	12%
	Nie	76%	77%	61%	72%
	Pustil by som pomalšie	12%	18%	18%	16%
Boli niektoré časti príliš dlhé aj so zrýchlením videa?	Áno	16%	7%	20%	14%
	Nie, boli akurát	75%	81%	72%	74%
	Neviem sa rozhodnúť	9%	12%	8%	12%
Myslíte si, že video bolo zmätené?	Áno bolo	19%	16%	25%	19%
	Nie nebolo	72%	65%	69%	66%
	Neviem sa rozhodnúť	9%	19%	3%	15%

Z tabuľky (Tabuľka 5.1) vidíme, že výsledné hodnoty jednotlivých urýchlení sú si veľmi podobné a aj celkové hodnotenie medzi jednotlivými všeobecnými otázkami nevykazuje väčšie zmeny. Z toho vyplýva, že tento test nedopadol dobre, lebo v pôvodnej myšlienke mal ukázať, ktorý typ urýchlenia bol prijateľnejší pre užívateľa. Jednou z príčin, ktoré mohli spôsobiť problém, že výsledky nevykazovali väčšie rozdiely, mohla byť tá, že užívatelia, keď vyplňali dotazník viac ako raz, tak odpovede na prvé tri všeobecné otázky, ktoré boli spoločné pre všetky videá, zaškrtovali automaticky, bez toho aby sa nad nimi zamysleli.

Ostatných päť otázok v dotazníku bolo vytvorených pre každé video zvlášť a v dotazníku sa zobrazovali iba v tom prípade, že užívateľ dopozeral video, ktorému boli určené. Príklad otázok, ktoré boli použité v dotazníku pri jednom videu:

- Aký druh porastu bol na začiatku videa?
- Zbadali ste stromy v pravej časti videa?
- Cesta bola typu diaľnica?
- Boli písmená vo videu žltej farby?
- Auto, ktoré prešlo cez cestu bolo modré?

Otázky sú položené v časovom slede ako sa nachádzali vo videu. Štyri otázky z piatich sa väčšinou pýtajú na určitú vec, ktorá sa nachádzala alebo nenachádzala vo videu, a posledná sa väčšinou pýtala na určitý dej. Užívateľ mal v odpovedi rozhodnúť, či daný dej vôbec nastal, alebo sa stal ináč.

Z tabuľky (Tabuľka 5.2) vidno, že pre zrýchlené prehrávanie a model adaptívne zrýchlenia Simple AVA sa úspešnosť odpovedí držala na hranici 80%, ale pri modeli Advanced AVA úspešnosť odpovedí stúpila až na 88%. Tento rozdiel tiež nie je až taký výrazný, ale je väčší ako pri odpovediach na všeobecné otázky. Preto sa môžeme domnievať, že aj keď nie veľmi výrazným spôsobom, ale predsa bolo pre užívateľa prijateľnejšie video, ktoré bolo adaptívne zrýchlené modelom Advanced AVA. Príčinou, prečo tento dej nastal, mohlo byť, že v modeli Advanced AVA bola využitá nedokonalosť oka, a teda informácia, ktorá bola vo videu, sa nestrácala v takom množstve, ako pri urýchlení ostatnými dvoma spôsobmi.

Tabuľka 5.2: Celková úspešnosť odpovedí na konkrétne otázky v dotazníku

Typ urýchlenia	Zrýchlené prehrávanie	Simple AVA	Advanced AVA	Celkovo
Celková úspešnosť	80%	81%	88%	83%

Zaujímavosťou, ktorú je vidno z tabuľky (Tabuľka 5.3), je úspešnosť videí, ak videá sú rozdelené podľa počtu ľudí, koľkí boli zobrazení v danom videu. V tomto prípade užívatelia odpovedali úspešnejšie na ten druh videa, kde bolo zobrazených viacej ľudí. Je to pravdepodobne spôsobené tým, že užívatelia rýchlejšie zareagujú na podnety vo videách, kde sa nachádzajú ľudia a skorej zaznamenajú informačnú zmenu, ak sa vo videu nachádza ďalší človek. V skupine *veľa ľudí* (Obr. 5.2) bolo spolu šesť videí, v skupine *málo ľudí* (Obr. 5.3) bolo päť videí a v skupine *bez ľudí* (Obr. 5.4) boli štyri videá z celkového počtu 15 videoklipov.

Tabuľka 5.3: Celková úspešnosť videí, rozdelených podľa počtu ľudí, ktorí v nich boli zobrazení

Počet ľudí vo videu	Veľa ľudí	Málo ľudí	Bez ľudí
Celková úspešnosť	89%	80%	78%



Obr. 5.2: Náhodné obrázky z videí v skupine *veľa ľudí*

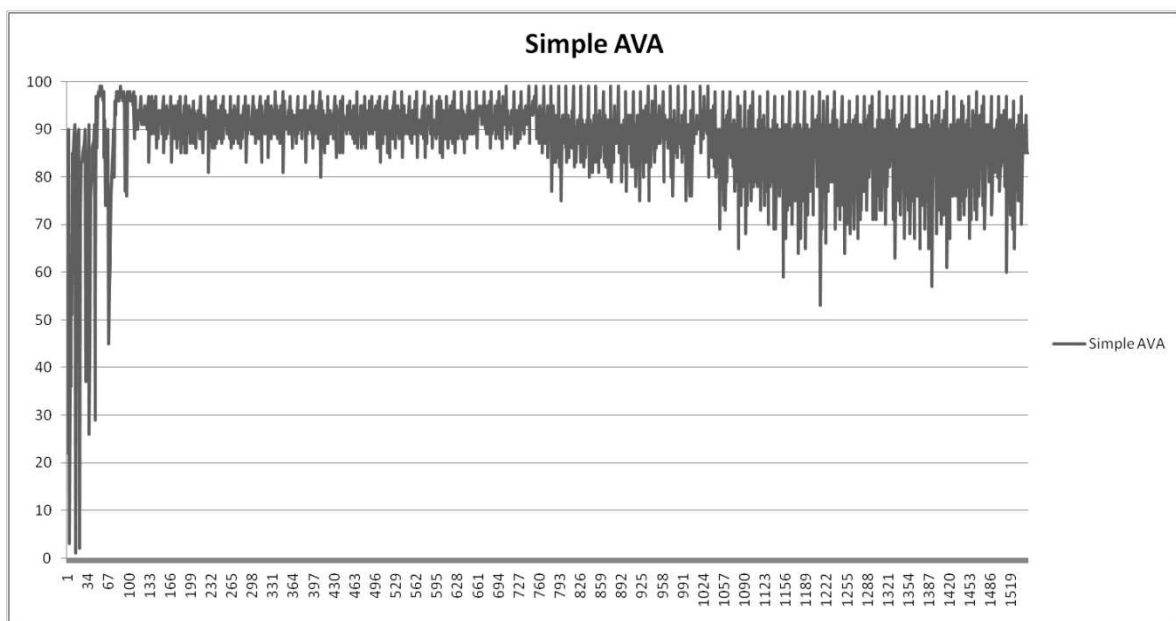


Obr. 5.3: Náhodné obrázky z videí v skupine málo ľudí

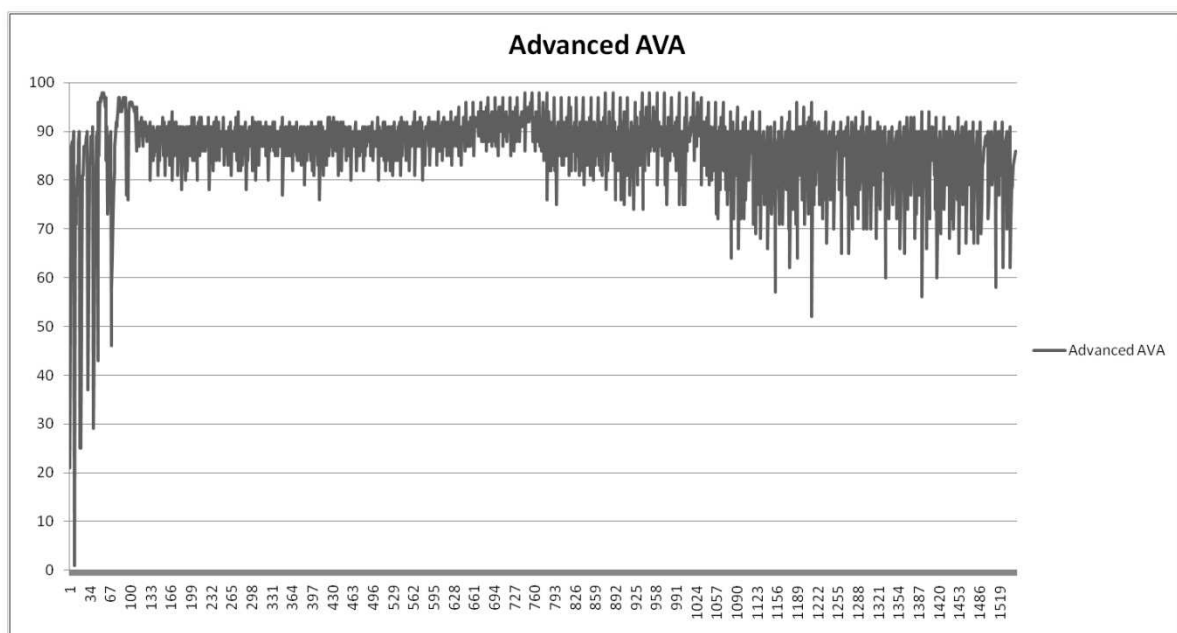


Obr. 5.4: Náhodné obrázky z videí v skupine bez ľudí

Tu by som ešte chcel podotknúť, že z grafov (Obr. 5.5 a Obr. 5.6) vidno, aký je rozdiel medzi jednotlivými metódami adaptívneho zrýchlenia Simple AVA a Advanced AVA v tom, ako prepočítajú percentuálnu úspešnosť zhody jednotlivých bodov medzi obrázkami videa (kapitola 3.1). A rozdiel tam je, hoci nie je až taký veľký.



Obr. 5.5: Graf percentuálnej úspešnosti modelu Simple AVA



Obr. 5.6: Graf percentuálnej úspešnosti modelu Advanced AVA

6 Záver

Táto bakalárska práca sa zaoberá myšlienkou adaptívneho zrýchľovania videa. Mojou snahou bolo vytvorenie aplikácie, ktorá by adaptívne urýchľovala video s ohľadom na schopnosť ľudského vnímania. V prvej časti bakalárskej práce sa nachádza popis oka a jeho fyziologických vlastností. Potom je popísaný vlastný model adaptívneho zrýchľovania videa. Následne bakalárska práca vysvetľuje spôsob vyhodnotenia použitej metódy pomocou webovej vyhodnocovacej aplikácie a v poslednej časti sú nadobudnuté dáta vyhodnotené. Pri písaní a programovaní bakalárskej práce som si prehľbil znalosti v programovacích jazykoch C++, PHP a HTML, vyskúšal si prácu s knižnicou OpenCV a naučil sa základom programovacieho jazyka as3 pri tvorbe *flv* prehrávača.

Vyhodnotené dáta získané od užívateľov pomocou dotazníku vo webovej vyhodnocovacej aplikácii, môžu byť jemne skreslené nedostatočným počtom odpovedí. Predsa len pri počte 45 urýchlených videí, je 125 odpovedí trochu málo. Ale aj napriek tomuto obmedzeniu sme došli k niektorým prekvapivým záverom. Napríklad medzi ne patrí fakt, že užívatelia odpovedali na otázky v dotazníku úspešnejšie, ak v hodnotenom videu sa nachádzal väčší počet ľudí. Ďalším poznatkom z nazbieraných dát bol fakt, že v konečnom dôsledku metóda adaptívneho urýchľovania videa, ktorá bola rozšírená o kontrolu na pohyb, ktorý oko nedokáže rozoznať, dopadla úspešnejšie ako ostatné dve metódy, s ktorou bola porovnávaná. Tieto odlišnosti nie sú príliš veľké, ale sú aspoň trochu zreteľné.

V budúcnosti by bolo možné rozširovať aplikáciu o využitie ďalších nedokonalostí oka, prípadne iných možností ako je napr. zapracovanie funkcie, ktorá by pri adaptívnom zrýchľovaní zanedbávala šum vo videu. Ďalšou možnosťou by mohlo byť využitie akomodačného reflexu oka, čo je časový interval trvania zaostrenia na určitý predmet, alebo využitie faktu, že pri prechode z osvetleného priestoru do tmavej izby, oko stráca schopnosť vnímať svetelné podnety.

Literatúra

- [1] *Richard Feynman* [online]. 2009. Dostupné na adrese:
URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Richard_P._Feynman#Popularita_mimo_fyziku>
(Apríl 2009)
- [2] *Oko* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Oko>>
(Máj 2009)
- [3] Synek, S.; Skorkovská, Š.: *Fyziologie oka a vidění*. Praha: Grada Publishing, a.s.,
prvé vydanie, 2004, ISBN 80-247-0786-1.
- [4] Hockicko, P.: *Optika okolo nás a vo vyučovacom procese* [online]. 2009. Dostupné
na adrese: URL: <<http://hockicko.uniza.sk/Optika/Oko.pdf>> (Máj 2009)
- [5] *Zrak* [online]. 2009. Dostupné na adrese:
URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zrak>> (Apríl 2009)
- [6] *Stavba a funkcia oka* [online]. 2004. Dostupné na adrese: URL
<<http://primar.sme.sk/c/4117013/stavba-a-funkcia-oka.html>> (Máj 2009)
- [7] *ZDRAVIE: Povedia o vás všetko* [online]. 2006. Dostupné na adrese: URL
<<http://www.plus1den.sk/2006/12/05/ine-temy/povedia-o-vas-vsetko.html>>
(Máj 2009)
- [8] *Żrenica wyjściowa* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL
<http://www.optyczne.pl/91-s%C5%82ownik-%C5%B9renica_wyj%C5%9Bciowa.html> (Máj 2009)
- [9] *Monocular Head Mounted Displays* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL
<http://www.inition.co.uk/inition/guide.php?SubCatID_=15> (Máj 2009)
- [10] *Pět kamer má ohlídat náměstí před vandaly a zlodějíčky* [online]. 2008. Dostupné na
adrese: URL <<http://www.podborany.net/item/pet-kamer-ma-ohlidat-namesti-pred-vandaly-a-zlodejicky>> (Máj 2009)
- [11] *Multimedia Tools and Applications : Adaptive Video Fast Forward*. Springer
Netherlands. 2005, roč. tretí, č. 26. Dostupné na adrese: URL
<<http://www.springerlink.com/content/v030010718820863/>>. ISSN 1573-7721.
- [12] Bai, L.; Lao, S.; Smeaton, A. F.; O'Connor, N. E.: *Automatic Summarization of
Rushes Video Using Bipartite Graphs*. Springer: Berlin / Heidelberg, 2008, ISBN
978-3-540-92234-6.
- [13] *ASUS 19" VW193S černý* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL
<<http://www.alfacomp.cz/php/product.php?eid=10514007X23B020EAH>> (Máj
2009)
- [14] Detyniecky, M.; Marsala. Ch.: *Video rushes sumarization by adaptive acceleration
and stacking of shots*. Augsburg, Bavaria, Germany, 2007, ISBN 978-1-59593-780-3.

- [15] *Analytické úlohy a prezentace dat GIS (8. díl)* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL <<http://www.isvs.cz/produkty-a-sluzby/analyticke-ulohy-a-prezentace-dat-gis-8-dil.html>> (Máj 2009)
- [16] *Lekcia 4. Farebný model HSV, HSB, HSL* [online]. 2008. Dostupné na adrese: URL <<http://www.colormangement.sk/CMkurz/Lekcia04.php>> (Máj 2009)
- [17] *The Open Video Project* [online]. 2009. Dostupné na adrese: URL <<http://www.open-video.org/index.php>> (Máj 2009)

Zoznam príloh

Príloha 1. CD obsahujúce zdrojové texty aplikácie a programovú dokumentáciu

7 Prílohy

Priložené CD obsahuje elektronickú podobu tohto textu `xantal01_bcpraca.pdf`, ktorý sa nachádza v adresári `/el_text`. V adresári `/source` sa nachádzajú zdrojové texty aplikácie a potrebné externé knižnice. Preložený a spustiteľný projekt sa nachádza v adresári `/proj`. Ďalej v adresári `/wva` sa nachádzajú zdrojové kódy webovej vyhodnocovacej aplikácie. V súbore `/flv_player` sa nachádza zdrojový kód prehrávača videí použitého vo webovej vyhodnocovacej aplikácii. V súbore `/video_avi` sú stiahnuté a konvertované videá na súbory typu *avi* a súbore `/video_ava` sú uložené videá urýchlené jednotlivými metódami.